



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 19 806 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:
E 02 D 3/046
B 06 B 1/10

②1 Aktenzeichen: 100 19 806.6
②2 Anmeldetag: 20. 4. 2000
④3 Offenlegungstag: 31. 10. 2001

DE 100 19 806 A 1

⑦1 Anmelder:
Wacker-Werke GmbH & Co. KG, 80809 München,
DE

⑦4 Vertreter:
Patentanwälte MÜLLER & HOFFMANN, 81667
München

⑦2 Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung

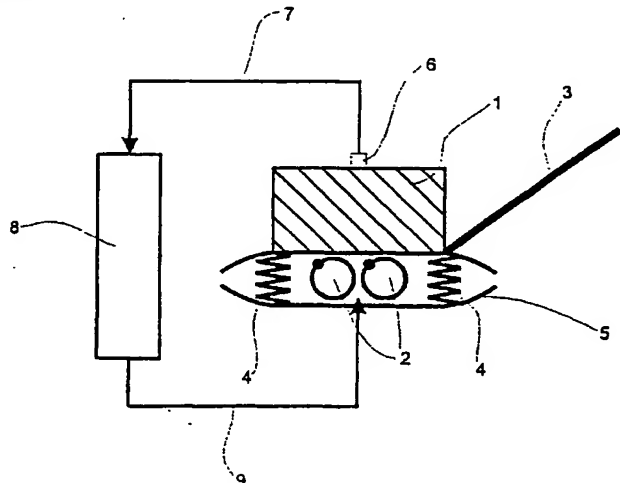
⑤5 Entgegenhaltungen:
DE 198 11 345 A1
DE 197 31 731 A1
DE 34 21 824 A1
DE 33 08 476 A1
WO 98 17 865

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Bodenverdichtungsvorrichtung mit Schwingungsdetektion

⑤7 Eine Bodenverdichtungsvorrichtung weist ein von einem Schwingungserreger (2) beaufschlagtes Bodenkontaktelement (5) zur Bodenverdichtung auf. Das Bodenkontaktelement (5) ist mit einer Obermasse (1) elastisch (4) gekoppelt. Die Obermasse (1) dient als Detektionsmasse, deren Beschleunigung durch einen Beschleunigungssensor (6) erfaßt wird. Ein vom Beschleunigungssensor (6) abgegebenes Messsignal (7) wird in einer Regelungseinrichtung (8) ausgewertet, die den Schwingungserreger (2) entsprechend einer Abweichung von einem Sollwert ansteuert.



DE 100 19 806 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft eine Bodenverdichtungsvorrichtung mit einem durch einen Schwingungserreger beaufschlagten Bodenkontaktelement zur Bodenverdichtung.

[0002] Eine derartige Bodenverdichtungsvorrichtung, z. B. eine Vibrationsplatte oder -walze, besteht üblicherweise aus zwei relativ zueinander elastisch gekoppelten Massen, nämlich einer Unter- und einer Obermasse. Die Untermasse umfaßt im wesentlichen ein Bodenkontaktelement, das durch einen Schwingungserreger beaufschlagt wird. Die Obermasse trägt üblicherweise einen Antrieb für den Schwingungserreger und ist über Federelemente mit der Untermasse verbunden. Als Schwingungserreger haben sich in der Vergangenheit Unwuchterreger bewährt, bei denen eine oder zwei, Unwuchtmassen tragende Wellen in Drehung versetzt werden. Die dadurch entstehende, bei Bedarf auch in verschiedene Richtungen einstellbare Schwingung wird in das Bodenkontaktelement eingeleitet und zur Verdichtung von Böden verwendet. Der geschilderte Aufbau ist insbesondere in Verbindung mit Vibrationsplatten oder -walzen allgemein bekannt, so daß eine weitere Beschreibung nicht erforderlich ist.

[0003] Üblicherweise erzeugen die Schwingungserreger bei derartigen Bodenverdichtungsvorrichtungen eine Schwingung mit konstanter Frequenz und Amplitude. Darüber hinaus sind z. B. Vibrationsplatten bekannt, bei denen zwar eine gestufte oder stufenlose Einstellung von Frequenz und/oder Amplitude möglich ist, die Einstellung aber allein dem Bediener obliegt. Da sich die optimalen Parameter zur Bodenverdichtung während des Verdichtungsvorgangs aufgrund unterschiedlicher Bodenbeschaffenheiten ständig ändern können, und da der Bediener nicht in der Lage ist, diese Parameter ständig zu erfassen und in eine entsprechende Einstellung des Schwingungserregers umzusetzen, werden die Schwingungsparameter im allgemeinen nicht an die besonderen Eigenschaften des Untergrundes angepaßt. Dabei kann insbesondere das Problem auftreten, daß die Bodenverdichtungsvorrichtung anfängt zu springen, wenn der zu verdichtende Boden keine ausreichende Verformbarkeit aufweist. Ein Springen der Bodenverdichtungsvorrichtung führt zu einer rapiden Erhöhung des Maschinenverschleißes, der Umweltbelastung durch Lärm sowie der Belastung des Bedieners. Außerdem kann durch ein Springen der Bodenverdichtungsvorrichtung der Boden wieder aufgelockert werden.

[0004] Aus der WO 98/17865 ist ein Verfahren zur Messung mechanischer Daten eines Bodens für eine Bodenverdichtungsvorrichtung bekannt. Es wird dort eine Vibrationswalze beschrieben, deren Walzenbandage zusammen mit dem zu verdichtenden Boden als ein Verdichtungsschwingungssystem betrachtet wird, dessen Schwingungsverhalten von einer Recheneinheit erfaßt wird. Die Recheneinheit stellt den Schwingungserreger in der Vibrationswalze derart ein, daß eine vorgegebene Bodensteifigkeit, also das angestrebte Verdichtungsergebnis erreicht werden kann. Die Erfassung des Schwingungsverhaltens erfolgt über mehrere Messelemente, die an der als Bodenkontaktelement dienenden Walzenbandage angebracht sind.

[0005] Es hat sich bei verschiedenen Bodenverdichtungsvorrichtungen herausgestellt, daß sich aufgrund zahlreicher äußerer Einflüsse, wie der Beaufschlagung durch den Schwingungserreger, aber auch durch sich ständig ändernde Bodengegebenheiten, Steine, Unebenheiten etc. eine zufallsabhängige, mitunter taumelnde Bewegung des Bodenkontaktelements einstellt, die nur mit hohem Messaufwand erfaßt werden kann.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine

Bodenverdichtungsvorrichtung mit regelbarem Schwingungserreger anzugeben, bei der das Schwingungsverhalten des Bodenkontaktelements in einfacherer Weise detektiert werden kann.

[0007] Die Lösung der Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Bodenverdichtungsvorrichtung mit den Merkmalen von Patentanspruch 1 angegeben. Vorteilhafte Weiterentwicklungen der Erfindung sind den abhängigen Ansprüchen zu entnehmen.

[0008] Bei der erfindungsgemäßen Bodenverdichtungsvorrichtung ist eine Detektionsmasse vorgesehen, die mit dem Bodenkontaktelement durch eine elastische Kopplung verbunden ist. Die Detektionsmasse ist gegen die elastische Kopplung mit dem Bodenkontaktelement mit wenigstens einem Freiheitsgrad beweglich, wobei die Bewegung der Detektionsmasse durch eine Messeinrichtung gemessen wird. Ein von der Messeinrichtung abgegebenes Messsignal wird in einer Regelungseinrichtung ausgewertet und mit einem Sollwert verglichen. Bei Feststellen einer Abweichung steuert die Regelungseinrichtung den das Bodenkontaktelement beaufschlagenden Schwingungserreger entsprechend an.

[0009] Die Detektionsmasse und das Bodenkontaktelement bilden ein mechanisches Filter, mit dem an dem Bodenkontaktelement vorherrschende, im wesentlichen stochastische Bewegungen, d. h. Schwingungen, derart gefiltert werden, das sich z. B. höherfrequente Schwingungen, also Schwingungen mit einer Frequenz höher als der vom Schwingungserreger vorgegebenen Frequenz, herausfiltern lassen, so daß die Detektionsmasse einem gegenüber dem Bodenkontaktelement vereinfachten Bewegungs- und Schwingungsschema unterliegt. Im Speziellen kann die Filterung derart durchgeführt werden, daß an der Detektionsmasse zwar die durch die Rückwirkung einer überhöhten Schlagenergie erzeugten Schwingungen, also z. B. durch Sprünge des Bodenkontaktelements entstehende Schwingungen auftreten, nicht aber die stochastischen Schwingungen der Untermasse mit dem Bodenkontaktelement.

[0010] Mit Hilfe der Messeinrichtung kann diese Schwingung der Detektionsmasse im Vergleich zum Stand der Technik erheblich einfacher detektiert werden, so daß ein eindeutiges Messsignal für die Regelungseinrichtung zur Verfügung steht.

[0011] Zur Verfeinerung des Messverfahrens ist die Messeinrichtung bei einer vorteilhaften Weiterentwicklung der Erfindung geeignet. Bewegungen der Detektionsmasse in mehreren Raumrichtungen und/oder Drehrichtungen zu erfassen.

[0012] Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird die Detektionsmasse durch die Obermasse gebildet. Die Obermasse ist mit der Untermasse elastisch gekoppelt, so daß kein zusätzliches Detektionsmassenelement vorgesehen werden muß. Die Messeinrichtung erfaßt dazu die Bewegung der Obermasse und liefert ein entsprechendes Messsignal. Aufgrund der relativ hohen Trägheit der Obermasse kommt die Filterwirkung besonders vorteilhaft zur Anwendung. Der Aufbau läßt sich einfach realisieren, da lediglich eine Messeinrichtung an der Obermasse angebracht werden muß.

[0013] Vorzugsweise handelt es sich bei der von der Messeinrichtung gemessenen Bewegung um eine Beschleunigung der Detektionsmasse, da sich Beschleunigungswerte besonders einfach messen lassen.

[0014] Diese und weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung werden nachfolgend unter Zuhilfenahme der begleitenden Figur anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0015] Die einzige Figur zeigt eine erfindungsgemäße, als Bodenverdichtungsvorrichtung dienende Vibrationsplatte.

[0016] Die Vibrationsplatte weist eine Obermasse 1 auf, die im wesentlichen einen nicht dargestellten Antrieb für einen Schwingungserreger 2, einen Kraftstofftank, eine Abdeckung und verschiedene Steueraggregate sowie eine Deichsel 3 zur Führung der Vibrationsplatte umfaßt.

[0017] Über elastische Elemente 4, z. B. Gummifedern, ist eine Bodenkontaktplatte 5 mit der Obermasse 1 elastisch gekoppelt. Die Bodenkontaktplatte 5 ist wesentlicher Bestandteil einer Untermasse, der jedoch auch der Schwingungserreger 2 zuzurechnen ist.

[0018] An der Obermasse 1 ist ein Beschleunigungssensor 6 angebracht, der die Beschleunigung der Obermasse 1 in Richtung von wenigstens einem Freiheitsgrad, je nach Ausführungsform aber auch in Richtung mehrerer Freiheitsgrade erfaßt und ein entsprechendes Messsignal 7 an eine Regelungseinrichtung 8 abgibt. Dabei sollte wenigstens eine Bewegung der Obermasse 1 in Vertikalrichtung erfaßt werden. Statt der Messung der Beschleunigung durch den Beschleunigungssensor 6 kann es bei anderen Ausführungsformen auch zweckmäßig sein, eine andere Form der Bewegung, z. B. die Geschwindigkeit der Obermasse 1 zu erfassen. Dafür müssten dann gegebenenfalls ein entsprechender Sensor und zugehörige Algorithmen in der Regelungseinrichtung 8 bereitgestellt werden.

[0019] Das Messsignal 7 wird in der Regelungseinrichtung 8 ausgewertet.

[0020] Aufgrund der schwingungsmäßigen Entkopplung zwischen Obermasse 1 und Bodenkontaktplatte 5 durch die elastischen Elemente 4 bleibt die Obermasse 1 im Normalbetrieb der Vibrationsplatte relativ ruhig, auch wenn die Bodenkontaktplatte 5 ständig zufallsabhängige, mitunter taumelnde Bewegungen vollführt. Die Trägheit der Obermasse 1 aufgrund ihrer relativ großen Masse unterstützt dieses Verhalten.

[0021] Lediglich in Sonderbetriebszuständen, wie z. B. einem Springen der Bodenkontaktplatte 5 auf einem zu harten Boden oder bei zu großer Schwingungsenergie durch den Schwingungserreger 2 wird die Bewegung der Obermasse 1 verstärkt, so daß an ihr erhöhte Beschleunigungswerte feststellbar sind. Diese Werte wirken sich auf die Messwerte des Beschleunigungssensors 6 entsprechend aus.

[0022] In der Regelungseinrichtung 8 wird das Messsignal 7 mit Hilfe eines Rechenverfahrens elektronisch als Istwert ausgewertet. Als besonders geeignet hat sich dabei für den Istwert die Bestimmung eines Effektivwerts erwiesen, der in Form eines Root-Mean-Square-Werts (RMS-Wert) bestimmt wird. Selbstverständlich sind auch andere bekannte Signalauswertungsverfahren denkbar, die vorzugsweise einen charakteristischen Ist- oder Effektivwert als Ergebnis liefern.

[0023] Der Effektivwert wird von der Regelungseinrichtung 8 mit einem Sollwert verglichen. Der Sollwert kann einerseits vom Bediener beeinflusst werden. Es ist aber auch möglich, den Sollwert werksseitig festzulegen und in die Regelungseinrichtung 8 fest einzuprogrammieren.

[0024] Entsprechend einem Vergleich des Effektivwerts mit dem Sollwert und einer dabei festgestellten Abweichung steuert die Regelungseinrichtung 8 über ein Steuersignal 9 den Schwingungserreger 2 an. Ziel der Ansteuerung ist eine Veränderung der Schwingungsenergie, was durch verschiedene, an sich bekannte Maßnahmen erreicht werden kann.

[0025] Im wesentlichen erfolgt die Veränderung der Schwingungsenergie durch Anpassung von Frequenz oder Amplitude des Schwingungserregers 2.

[0026] Eine Erhöhung oder Verminderung der Amplitude, d. h. des sogenannten mr-Wertes (Masse \times Radius der Unwucht), läßt sich z. B. durch eine Verstellung der Unwuchtmasse auf der sie tragenden Welle erreichen, wobei dafür

zahlreiche Vorrichtungen bekannt sind. Beispielhaft sei der Fall genannt, daß auf einer Welle zwei gegeneinander verdrehbare Unwuchten angeordnet sind, deren Unwuchtmoment sich je nach Relativstellung verändert. Ein anderer Fall ist ein sogenannter einseitiger Fliehkraftregler, bei dem die Unwucht durch Verlagerung der Unwuchtmasse bei Änderung der Wellendrehzahl verstellbar ist.

[0027] Die Veränderung der Frequenz kann unter der Prämisse einer konstanten Fliehkraft erfolgen, bei der die Drehzahl des Erregers abhängig von der eingestellten Amplitude so geregelt wird, daß das Produkt aus der Amplitude (mr-Wert) und dem Quadrat der Frequenz, also die resultierende Fliehkraft stets einem vorgegebenen, konstanten Wert entspricht. Die Drehzahländerung des Erregers ist bei einem mechanischem Antrieb z. B. über einen Keilriemenantrieb mit verstellbaren Riemenscheibendurchmessern möglich. Bei einem hydraulischen Antrieb ist eine entsprechende verstellbare Axialkolbenpumpe am Antriebsmotor vorzusehen. Im Falle eines elektrischen Antriebs hat eine entsprechende Drehzahlanpassung z. B. über einen Frequenzumformer zu erfolgen.

[0028] Bei einer besonders einfachen Ausführungsform der Erfindung ist der in der Regelungseinrichtung abgespeicherte Sollwert ein Schwellwert, bei dessen Überschreitung durch den Effektivwert die Regelungseinrichtung 8 direkt eine Verminderung der Schwingungsenergie durch den Schwingungserreger 2 steuert. Dadurch läßt sich z. B. ein Springen der Bodenkontaktplatte 5 bereits im Ansatz verhindern.

[0029] Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung steuert die Regelungseinrichtung 8 den Schwingungserreger 2 in Abhängigkeit von einem Über- oder Unterschreiten des Sollwerts durch den Effektivwert an, um den Bodenverdichtungsvorgang stets in einem optimalen Bereich zu halten.

[0030] Bei den bisher beschriebenen Ausführungsformen wurde die erfindungsgemäß vorgesehene Detektionsmasse durch die Obermasse 1 gebildet. Alternativ dazu ist es aber auch möglich, ein zusätzliches Detektionsmassenelement mit der Untermasse, d. h. mit der Bodenkontaktplatte 5 elastisch zu koppeln. Das Detektionsmassenelement sollte dazu relativ klein ausgeführt werden und in einem kleinen Gehäuse auf der Bodenkontaktplatte 5 untergebracht werden können.

[0031] Die Erfindung kann gleichermaßen bei Vibrationsplatten entsprechend der gezeigten Ausführungsform, wie auch bei einer Vibrationswalze angewendet werden, bei der das Bodenkontaktelelement eine Walzenbandage ist.

[0032] Die Anordnung von Detektionsmasse und Bodenkontaktelelement 5 erlaubt eine mechanische Filterung, die eine aufwendige, nur durch zusätzliche Bauelemente realisierbare elektronische Filterung ersetzt. Wenn die Detektionsmasse durch die Obermasse gebildet wird, wird praktisch überhaupt kein zusätzliches Bauteil benötigt. Vielmehr kann als Beschleunigungssensor ein – im Vergleich zum Stand der Technik – einfacherer Sensor gewählt werden, da die zu erfassenden Schwingungen ebenfalls einen einfacheren Zeitverlauf nehmen. Auch die Auswerte- und Regelalgorithmen in der Regelungseinrichtung 8 sind einfacher und weniger zeitkritisch zu gestalten.

[0033] Die wirksame Vermeidung von unzulässigen Schwingungen, d. h. Beschleunigungen der Obermasse verhindert nicht nur eine Schädigung des Geräts und insbesondere des Antriebs aufgrund zu hoher Belastung. Gleichzeitig werden auch den Bediener belastende Hand- bzw. Armschwingungen reduziert und im Rahmen vorgegebener Grenzen gehalten. Ein entspannteres und effektiveres Arbeiten ist die Folge.

Patentansprüche

1. Bodenverdichtungsvorrichtung, mit
einer ein Bodenk Kontaktelement (5) zur Bodenverdich-
tung aufweisenden Untermaße; 5
einem das Bodenk Kontaktelement (5) beaufschlagenden
Schwingungserreger (2); und mit
einer mit der Untermaße elastisch verbundenen, einen
Antrieb für den Schwingungserreger (2) aufweisenden
Obermaße (1); 10
wobei
eine Detektionsmaße (1) mit dem Bodenk Kontaktele-
ment (5) durch eine elastische Kopplung (4) verbunden
ist;
die Detektionsmaße (1) gegen die elastische Kopplung 15
(4) mit dem Bodenk Kontaktelement (5) mit wenigstens
einem Freiheitsgrad beweglich ist;
eine Messeinrichtung (6) zum Messen der Bewegung
der Detektionsmaße (1) in Richtung von wenigstens
dem einen Freiheitsgrad vorgesehen ist und ein Messsi- 20
gnal (7) abgibt;
eine Regelungseinrichtung (8) vorgesehen ist, zum
Auswerten des Messsignals (7) zu einem Istwert, Ver-
gleichen des Istwerts mit einem Sollwert und Ansteu-
ern des Schwingungserregers (2) entsprechend einer 25
Abweichung des Istwerts vom Sollwert.
2. Bodenverdichtungsvorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass der Sollwert ein
Schwellwert ist, bei dessen Überschreiten durch den
Istwert die Regelungseinrichtung (8) eine Verminde- 30
rung der Schwingungsenergie durch den Schwingungs-
erreger (2) steuert.
3. Bodenverdichtungsvorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass bei Über- oder Unters-
schreiten eines um den Sollwert definierten Bereichs 35
durch den Istwert die Regelungseinrichtung (8) eine
Änderung der Schwingungsenergie durch den Schwin-
gungserreger (2) steuert.
4. Bodenverdichtungsvorrichtung nach Anspruch 2
oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die vom Schwin- 40
gungserreger (2) erzeugte Schwingung durch die Rege-
lungseinrichtung (8) hinsichtlich ihrer Frequenz und/
oder ihrer Amplitude veränderbar ist.
5. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der An-
sprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die 45
Messeinrichtung (6) geeignet ist, Bewegungen in mehr-
eren Raumrichtungen und/oder Drehrichtungen zu er-
fassen.
6. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der An-
sprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die De- 50
tektionsmaße durch die Obermaße (1) gebildet ist.
7. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der An-
sprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die von
der Messeinrichtung (6) gemessene Bewegung der De-
tektionsmaße (1) eine Beschleunigung ist. 55
8. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der An-
sprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Bo-
denverdichtungsvorrichtung eine Vibrationsplatte und
das Bodenk Kontaktelement eine Bodenk Kontaktplatte (5)
ist. 60
9. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der An-
sprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Bo-
denverdichtungsvorrichtung eine Vibrationswalze und
das Bodenk Kontaktelement eine Walzenbandage ist. 65

- Leerseite -

